

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2002299951
PUBLICATION DATE : 11-10-02

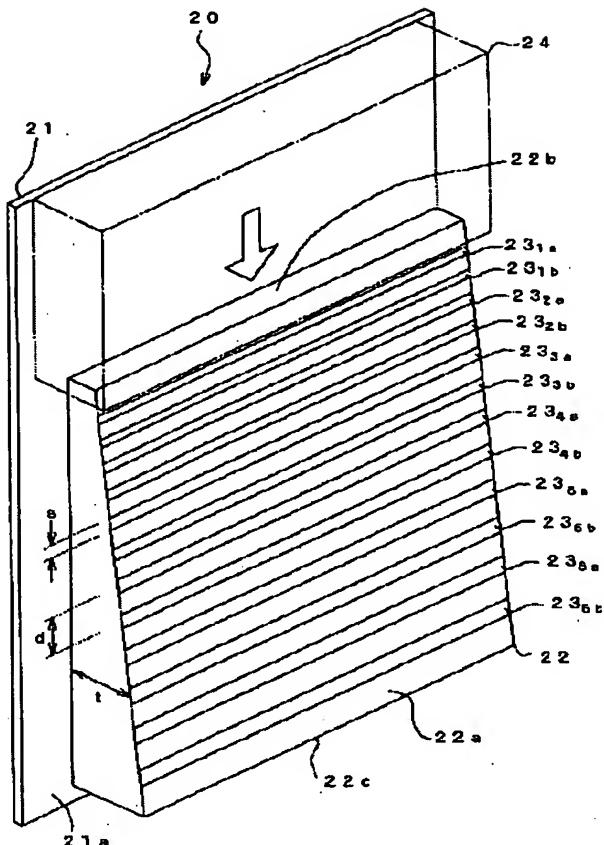
APPLICATION DATE : 29-03-01
APPLICATION NUMBER : 2001095228

APPLICANT : ANRITSU CORP;

INVENTOR : TESHIROGI TAMOTSU;

INT.CL. : H01Q 13/28

TITLE : LEAKY WAVE ANTENNA



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To make a leaky wave antenna that leaks out electromagnetic waves from the surface of a flat transmission plane for transmitting the electromagnetic waves to be a broadband.

SOLUTION: In a dielectric leaky wave antenna 20 in which an almost flat transmission plane where a dielectric substrate 22 arranged on one face side of a bottom plate conductor 21 transits electromagnetic waves from one end side to the other end side is formed, a plurality of metal strips 23 are parallelly loaded as load objects for leaking out the electromagnetic waves on the surface 22a of the dielectric substrate 22 forming the transmission lines with an interval in the electromagnetic wave transmission direction of the transmission plane, and a feeding part 24 feeds the electromagnetic waves from one end side of the transmission plane, the interval (d), width (s) of metal strips 23 and the thickness (t) of the transmission plane which decide the beam characteristics of leaking waves are set so as to be sequentially increased from one end side of the transmission plane to the other side according to geometric progression with a prescribed common ratio.

COPYRIGHT: (C)2002,JPO

This Page Blank (USPFO)

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-299951

(P2002-299951A)

(43)公開日 平成14年10月11日 (2002.10.11)

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テ-マコ-ト^{*}(参考)

H 01 Q 13/28

H 01 Q 13/28

5 J 0 4 5

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 8 頁)

(21)出願番号 特願2001-95228(P2001-95228)

(71)出願人 000000572

アンリツ株式会社

東京都港区南麻布5丁目10番27号

(22)出願日 平成13年3月29日 (2001.3.29)

(72)発明者 手代木 扶

東京都港区南麻布五丁目10番27号 アンリツ株式会社内

(74)代理人 100079337

弁理士 早川 誠志

F ターム(参考) 5J045 AA02 AA21 DA03 DA11 EA07

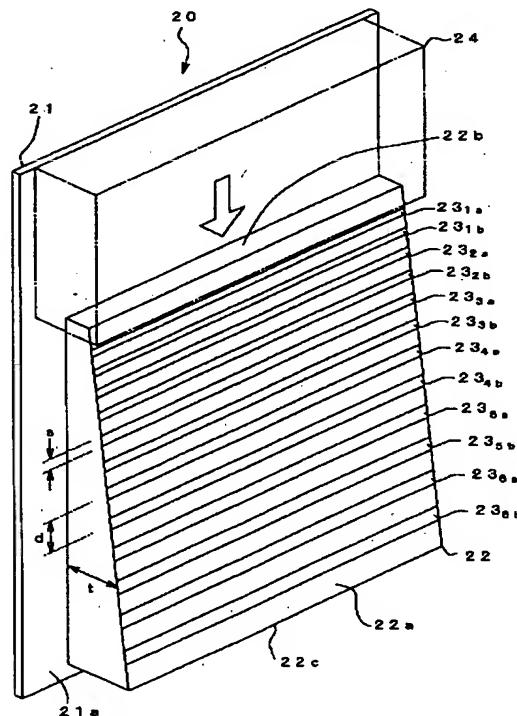
FA03 LA01 LA03 NA01 NA07

(54)【発明の名称】 漏れ波アンテナ

(57)【要約】

【課題】 電磁波を伝送する偏平な伝送路の表面から電磁波を漏出させる漏れ波アンテナを広帯域化する。

【解決手段】 地板導体21の一面側に配置された誘電体基板22によって一端側から他端側へ電磁波を伝送する略偏平な伝送路が形成され、その伝送路を形成する誘電体基板22の表面22aに電磁波を漏出させるための装荷体としての複数の金属ストリップ23が伝送路の電磁波伝送方向に間隔をあけて平行に装荷され、給電部24によって伝送路の一端側から電磁波を給電するように構成された誘電体漏れ波アンテナ20において、漏出波のビーム特性を決定する金属ストリップ23の間隔d、幅s、伝送路の厚さtを、所定公比の等比数列にしたがって伝送路の一端側から他端側へ順次増加するように設定した。



【特許請求の範囲】

【請求項1】一端側から他端側へ電磁波を伝送する略偏平な伝送路と、前記伝送路の一端側に電磁波を給電する給電部と、前記伝送路の表面に該伝送路の電磁波伝送方向に間隔をあけて平行に装荷され、前記伝送路内の電磁波を前記表面から漏出させる複数の装荷体とを有する漏れ波アンテナにおいて、前記漏出波のビーム特性を決定する前記装荷体の間隔、前記装荷体の幅、前記伝送路の厚さのうち、少なくとも前記装荷体の間隔が、所定公比の等比数列にしたがって前記伝送路の一端側から他端側へ順次変化するように設定されていることを特徴とする漏れ波アンテナ。

【請求項2】前記伝送路は、地板導体と、該地板導体の一面側に重なるように配置された誘電体基板とによって構成され、

前記装荷体は、前記誘電体基板の一面側にパターン形成された金属ストリップによって構成されていることを特徴とする請求項1記載の漏れ波アンテナ。

【請求項3】前記伝送路は、2枚の対向する金属板によって構成され、前記装荷体は、前記金属板の一方に設けられたスロットによって構成されていることを特徴とする請求項1記載の漏れ波アンテナ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電磁波を伝送する偏平な伝送路の表面から電磁波を漏出させる漏れ波アンテナを広帯域化するための技術に関する。

【0002】

【従来の技術】漏れ波アンテナは、一般的に、電磁波を一端側から他端側へ伝送する伝送路の表面に所定の間隔

$$\phi = \sin^{-1} [(\lambda_0 / \lambda_g) - (\lambda_0 / d)] \dots (1)$$

で表され、その漏出量は金属ストリップ13の幅sが大きい程大となることが知られている。また、この種のアンテナでは、線路内の電磁波は放射しながら伝送するため、漏出量は、金属ストリップ13の給電端から距離が大きいほど小さくなる。

【0009】ここで、 λ_0 は自由空間波長で、光速cを周波数fで除算した値である。また、 λ_g は伝送路内波長で自由空間波長 λ_0 と誘電体基板12によって決まり、誘電体基板12が形成する伝送路がその伝送方向について均一であれば、自由空間波長 λ_0 の変化に応じて変化するので、式(1)の λ_0 / λ_g の値は、周波数fの変化に対して緩やかに変化する。

【0010】これに対し、式(1)の λ_0 / d の値は、金属ストリップ13の間隔dが一定であれば、周波数fに反比例(波長に比例)して変化する。

【0011】したがって、この誘電体漏れ波アンテナ10で周波数を f_a から f_b に変化させると、図11に示

で金属ストリップやスロットを平行に装荷して、伝送路内の電磁波を表面から漏出させている。

【0003】このような漏れ波アンテナとしては、平行平板伝送路を用いたもの、導波管を伝送路として用いたもの等の他に、誘電体基板を伝送路として用いたものがある。

【0004】図10は、この誘電体を伝送路として用いた従来の誘電体漏れ波アンテナ10の構造を示している。

【0005】この誘電体漏れ波アンテナ10は、金属の地板導体11と、この地板導体11上に重ね合わせるように配置され、電磁波を一端側から他端側へ伝送する誘電体伝送路を形成する一定厚さの誘電体基板12と、誘電体基板12の表面に誘電体伝送路の電磁波の伝送方向に一定間隔dをあけて平行に装荷され、誘電体基板12の表面から電磁波を漏出させる所定幅sの複数の金属ストリップ13とを有しており、図示しない給電部から誘電体基板12の一端側に電磁波を給電して、その表面から放射する。

【0006】このような構造の誘電体漏れ波アンテナ10は、ミリ波帯あるいは準ミリ波帯で他の構造のアンテナに比べて損失が非常に少なく、ミリ波帯や準ミリ波帯を用いた車載レーダ、車車間通信、高速無線アクセス等に有効である。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記誘電体漏れ波アンテナや他の漏れ波アンテナでは、一般的な進行波アンテナと同様に、周波数の変化に対して指向性が変化するビームシフト現象が発生する。

【0008】即ち、前記した誘電体漏れ波アンテナ10の主ビームの方向は、

$$\phi = \sin^{-1} [(\lambda_0 / \lambda_g) - (\lambda_0 / d)] \dots (1)$$

しているように、その主ビーム方向は ϕ_a から ϕ_b に変化してしまい、前記した車載レーダのように单一周波数の場合には問題ないが、送受信で異なる周波数を使う通信や広帯域の通信を行う場合には、周波数によって利得が大きく変化するという問題があった。

【0012】このビームシフトの問題は、上記誘電体漏れ波アンテナだけでなく、他の漏れ波アンテナでも同様に発生する。

【0013】本発明は、この問題を解決して広帯域な漏れ波アンテナを提供することを目的としている。

【0014】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するために、本発明の請求項1の漏れ波アンテナは、一端側から他端側へ電磁波を伝送する略偏平な伝送路と、前記伝送路の一端側に電磁波を給電する給電部と、前記伝送路の表面に該伝送路の電磁波伝送方向に間隔をあけて平行に装荷され、前記伝送路内の電磁波を前記表面から漏出さ

せる複数の装荷体とを有する漏れ波アンテナにおいて、前記漏出波のビーム特性を決定する前記装荷体の間隔、前記装荷体の幅、前記伝送路の厚さのうち、少なくとも前記装荷体の間隔が、所定公比の等比数列にしたがって前記伝送路の一端側から他端側へ順次変化するように設定されていることを特徴としている。

【0015】また、本発明の請求項2の漏れ波アンテナは、請求項1の漏れ波アンテナにおいて、前記伝送路は、地板導体と、該地板導体の一面側に重なるように配置された誘電体基板とによって構成され、前記装荷体は、前記誘電体基板の一面側にパターン形成された金属ストリップによって構成されている。

【0016】また、本発明の請求項3の漏れ波アンテナは、請求項1の漏れ波アンテナにおいて、前記伝送路は、2枚の対向する金属板によって構成され、前記装荷体は、前記金属板の一方に設けられたスロットによって構成されている。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、図面に基づいて本発明の実施の形態を説明する。図1は、本発明を適用した誘電体漏れ波アンテナ20の構造を示している。

【0018】この誘電体漏れ波アンテナ20は、金属の地板導体21と、地板導体21の一面側に図示しないスペーサを介して所定の隙間をあけて重なり合うように支持され、その一端側から他端側へ電磁波を伝送するほぼ偏平な伝送路を形成する誘電体基板22と、誘電体基板22の表面22aに電磁波の伝送方向に間隔をあけて平行に装荷された複数組（図面では6組で示している）の金属ストリップ23₁～23_nと、誘電体基板22の一端側から伝送路の幅方向に位相が揃った電磁波を給電する給電部24とによって構成されている。

【0019】この誘電体漏れ波アンテナ20では、前記したビームシフトによる利得のばらつきを防止するため、誘電体漏れ波アンテナ20のビーム特性を決める3種類のパラメータ、即ち、装荷体としての金属ストリップ23₁～23_nの間隔d₁～d_n、金属ストリップ23₁～23_nの幅s₁～s_n、および金属ストリップ23₁～23_nの装荷位置における誘電体基板22の厚さt₁～t_nが、ともに1より僅かに大きい同一の公比をもつ等比数列にしたがって、誘電体基板22の一端側から他端側へ向かって順次増加させている。

【0020】次に、この3種類のパラメータと、誘電体漏れ波アンテナ20のビーム特性との関係について説明する。

【0021】図2に示すように、誘電体基板22の一面22aと反対面22dとを一端側へ延長して交わる位置を原点Oとし、この原点Oから距離z₁の位置にある金属ストリップ23_{1a}とこれと組をなす次の金属ストリップ23_{1b}の間隔をd₁、金属ストリップ23_{1a}、23_{1b}の幅をともにs₁、距離z₁の位置の誘電体基

板22の厚さをt₁として、1より僅かに大きい定数 α に対して、次の組の金属ストリップ23_{2a}、23_{2b}の位置z₂、間隔d₂、幅s₂を、それぞれ次のように選ぶ。

$$【0022】 z_2 = \alpha z_1 \quad \dots \quad (2a)$$

$$d_2 = \alpha d_1 \quad \dots \quad (2b)$$

$$s_2 = \alpha s_1 \quad \dots \quad (2c)$$

【0023】このように選ぶと、相似形の原理から、位置z₂ = αz_1 における誘電体基板22の厚さt₂は、 $t_2 = \alpha t_1 \quad \dots \quad (3)$

となる。

【0024】ここで、

$$z_2 - z_1 = (\alpha - 1) z_1 = 2 d_1 \quad \dots \quad (4)$$

と定めると、

$$\alpha = (2 d_1 / z_1) + 1 \quad \dots \quad (5)$$

となるから、始めに、距離z₁と間隔d₁を決めておけば、 α は一義的に定まる。

【0025】同様に、次の組の金属ストリップ2

3_{3a}、23_{3b}の位置z₃、間隔d₃、幅s₃、および誘電体基板の厚さt₃を、それぞれ

$$z_3 = \alpha z_2 = \alpha^2 z_1 \quad \dots \quad (6a)$$

$$d_3 = \alpha d_2 = \alpha^2 d_1 \quad \dots \quad (6b)$$

$$s_3 = \alpha s_2 = \alpha^2 s_1 \quad \dots \quad (6c)$$

$$t_3 = \alpha t_2 = \alpha^2 t_1 \quad \dots \quad (6d)$$

と決定する。

【0026】以下同様にして、i番目の各パラメータを、初期値がそれぞれz₁、d₁、s₁、t₁、公比がともに α の等比数列をなす値、即ち、

$$z_i = \alpha^{i-1} z_1 \quad \dots \quad (7a)$$

$$d_i = \alpha^{i-1} d_1 \quad \dots \quad (7b)$$

$$s_i = \alpha^{i-1} s_1 \quad \dots \quad (7c)$$

$$t_i = \alpha^{i-1} t_1 \quad \dots \quad (7d)$$

のように決定する（i = 1～n）。

【0027】このように、装荷体としての金属ストリップ23₁～23_nの間隔d₁～d_n、金属ストリップ23₁～23_nの幅s₁～s_n、および金属ストリップ23₁～23_nの装荷位置における誘電体基板22の厚さt₁～t_nを、ともに1より僅かに大きい同一の公比をもつ等比数列をなすように、誘電体基板22の一端側から他端側へ向かって増大させた誘電体漏れ波アンテナ20において、周波数が次の関係にある2つの波を考える。

$$f_a = \alpha^{i-1} f_b \quad \dots \quad (8)$$

【0028】これを波長で表せば、

$$\lambda_b = \alpha^{i-1} \lambda_a \quad \dots \quad (9)$$

となる。

【0029】前記式(7)、(8)から、位置z₁付近のd、s、t等の寸法パラメータの波長入aに対する比と、位置z_i付近の寸法パラメータの波長入bに対する比は同じになる。このため、周波数f_aにおける位置z

付近の局部的漏れ波アンテナと周波数 f_b における位置 z_i 付近の局部的漏れ波アンテナの電波の振る舞いは同じになる。

【0030】したがって、自由空間波長 λ_a に対応する線路内波長 λ_{a_g} と自由空間波長 λ_b に対応する線路内波長 λ_{b_g} の間には、式(9)に対応して次の関係が成

$$\phi_a = \sin^{-1} [(\lambda_a / \lambda_{a_g}) - (\lambda_a / d_1)] \dots (11)$$

となる。

【0032】また、この漏出量 P_a は金属ストリップ23_{1a}、23_{1b}の位置 z_1 と幅 s_1 によって決まる。

【0033】また、周波数 f_b で位置 z_i 付近の金属ス

$$\begin{aligned} \phi_b &= \sin^{-1} [(\lambda_b / \lambda_{b_g}) - (\lambda_b / d_i)] \\ &= \sin^{-1} [(\alpha^{i-1} \lambda_a / \alpha^{i-1} \lambda_{a_g}) \\ &\quad - (\alpha^{i-1} \lambda_a / \alpha^{i-1} d_1)] \\ &= \sin^{-1} [(\lambda_a / \lambda_{a_g}) - (\lambda_a / d_1)] \dots (12) \end{aligned}$$

となり、周波数 f_a のときに位置 z_1 付近から漏出されるビームの方向 ϕ_a と等しくなる。

【0034】また、前記したように、漏出量は、金属ストリップ23_{1a}、23_{1b}の位置 z_1 が給電端から遠い程小となり、その幅 s_1 が大きい程大となるが、位置 z_i は位置 z_1 の α^{i-1} 倍なので、位置に関して漏出量は $1/\alpha^{i-1}$ 倍となり、幅 s_i は幅 s_1 の α^{i-1} 倍なので、幅に関して漏出量は α^{i-1} 倍となり、両者がほぼ相殺されてこの位置 z_i における漏出量 P_b は、位置 z_1 における漏出量 P_a とほぼ等しくなる。

【0035】よって、図3に示すように、周波数 f_1 のときに位置 z_1 付近から漏出されるビームの方向 ϕ_a と漏出量 P_a とで決まるビーム特性Aと、周波数 f_b のときに位置 z_i 付近から漏出されるビームの方向 ϕ_b と漏出量 P_b とで決まるビーム特性Bと等しくなる。

【0036】これは特定の周波数だけに当てはまることではなく、式(8)が任意の i に対して成立することから、各位置 $z_1 \sim z_n$ でそれぞれ式(8)を満たす離散的な周波数 f_1, f_2, \dots, f_n についての局部的なビーム特性も、図3の特性A、Bと同一となり、アンテナ全体としては、図4に示すように、周波数 $f_1 \sim f_n$ での範囲でビーム方向と漏出量がほぼ等しい広帯域な特性Cとすることができます。

【0037】ただし、上記したパラメータの条件は、無限に長いアンテナを想定した場合であり、有限長の実際のアンテナでは打ち切り誤差を低減したり、誘電体基板22の厚みの増大による高次モードの発生を防止するために、前記パラメータの僅かな調整が必要となり、このような条件を考慮して、各金属ストリップ23の間隔や幅、および誘電体基板22の厚さを選ぶことにより、広い周波数範囲で特性がほとんど変化しない広帯域な誘電体漏れ波アンテナを得ることができる。

【0038】前記した誘電体漏れ波アンテナ20の各パラメータは、この条件を満たすように設定されていて、図4に示したように、広い周波数範囲でビームの方向と

立する。

$$\lambda b_g = \alpha^{i-1} \lambda a_g \dots (10)$$

【0031】ここで、周波数 f_a で位置 z_1 付近の金属ストリップ23_{1a}、23_{1b}によって局部的に漏出されるビームの方向 ϕ_a は、

$$\phi_a = \sin^{-1} [(\lambda_a / \lambda_{a_g}) - (\lambda_a / d_1)] \dots (11)$$

トリップ23_{1a}、23_{1b}から局部的に漏出されるビームの方向 ϕ_b は、アンテナのパラメータが前記式(7)を満たしているから、

放射量が等しい広帯域な特性を持っており、送受信で異なる周波数を用いる通信や広帯域通信を行う際でも、周波数による利得のバラツキがない、能率的な通信が行える。

【0039】なお、上記説明では、幅 s が等しい隣合う2つの金属ストリップ23を一組の装荷体としていたが、連続して並ぶ幅が等しい3つ以上の金属ストリップを1組の装荷体としてもよい。

【0040】また、上記説明では、誘電体漏れ波アンテナ20では、誘電体基板22の厚さ t を一端側から他端側に向かって増大するようにしていったが、一般的に前記したビームシフトに対する金属ストリップ23の間隔 d の依存性は、厚さ t の依存性より大きいので、図5に示す誘電体漏れ波アンテナ30のように、厚さ一定の誘電体基板22'を用い、その表面の金属ストリップ23の間隔と幅を前記同様に等比数列をなすように設定してもよい。このようにすれば、誘電体基板の加工上の煩雑さをなくすことができる。

【0041】また、漏出量のバラツキが無視できる場合には、図6に示す誘電体漏れ波アンテナ40のように、誘電体基板22'（または誘電体基板22）の表面に設ける金属ストリップ23の幅を全て同一にしてもよい。

【0042】なお、ここでは漏れ波アンテナとして誘電体基板を伝送路とする誘電体漏れ波アンテナについて説明したが、2枚の金属板を対向させてその間に伝送路を形成し、一方の金属板にスロットを伝送方向に沿って間隔をあけるようにして装荷して、伝送路内の電磁波を漏出させる漏れ波アンテナについても本発明を適用できる。

【0043】例えば、図7に示す漏れ波アンテナ50のように、第1の金属板51と第2の金属板52とを対向するように配置して、その間に電磁波を一端側から他端側へ伝送する伝送路を形成し、一方の金属板51に伝送路の電磁波伝送方向に間隔をあけて複数のスロット53を平行に設けて、伝送路の一端側の給電部54から伝送

路内に給電された電磁波を漏出させる。なお、符号55は、伝送路の側方を塞ぐ側板である。

【0044】ここで、各スロット53の位置z、幅s、間隔dおよびその位置の第1の金属板51からの高さtを、前記誘電体漏れ波アンテナ20の場合と同様に、同一の公比 α の等比数列をなすように、一端側から他端側に向かって増大させることで、広い周波数範囲でビーム特性がほとんど変化しない広帯域なアンテナとすることができます。

【0045】また、図8に示す漏れ波アンテナ60のように、金属板51、52を平行に対向させて、各スロット53の位置z、幅s、間隔dを、前記誘電体漏れ波アンテナ30の場合と同様に、同一の公比 α の等比数列をなすように、一端側から他端側に向かって増大させるように設定してもよい。

【0046】また、図9に示す漏れ波アンテナ70のように、金属板51、52を平行に対向させて、前記誘電体漏れ波アンテナ40の場合と同様に、各スロット53の幅を同一にし、その位置z、間隔dのみを、同一の公比 α の等比数列をなすように、一端側から他端側に向かって増大させるように設定してもよい。

【0047】また、前記した漏れ波アンテナ30～70では、装荷体の間隔d、幅sおよび伝送路の厚さtのうち、少なくとも装荷体の間隔dを、給電部側から1より僅かに大きい公比 α の等比数列にしたがって順次増加させていたが、逆に、給電部側から1より僅かに小さい公比(1/ α)の等比数列にしたがって、少なくとも装荷体の間隔dを順次減少させてよい。

【0048】また、上記した漏れ波アンテナ50、60、70では、2枚の金属板51、52によって、波長に比べて十分広い伝送路を形成していたが、狭い幅の伝送路を形成する導波管の表面にスロットを設けて、電磁波を漏出させる導波管スロットアンテナにも本発明を同様に適用できる。

【0049】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の漏れ波アンテナでは、一端側から他端側へ電磁波を伝送する略偏

平な伝送路と、前記伝送路の一端側に電磁波を給電する給電部と、前記伝送路の表面に該伝送路の電磁波伝送方向に間隔をあけて平行に装荷され、前記伝送路内の電磁波を前記表面から漏出させる複数の装荷体とを有する漏れ波アンテナにおいて、前記漏出波のビーム特性を決定する前記装荷体の間隔、前記装荷体の幅、前記伝送路の厚さのうち、少なくとも前記装荷体の間隔が、所定公比の等比数列にしたがって前記伝送路の一端側から他端側へ順次変化するように設定されていることを特徴としている。

【0050】このため、広い周波数範囲でビーム特性が変化しない広帯域なアンテナを実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態の誘電体漏れ波アンテナを示す斜視図

【図2】実施形態の要部の構造を示す図

【図3】実施形態の特性例を示す図

【図4】実施形態の特性例を示す図

【図5】実施形態の変形例を示す斜視図

【図6】実施形態の変形例を示す斜視図

【図7】他の実施形態の斜視図

【図8】他の実施形態の斜視図

【図9】他の実施形態の斜視図

【図10】従来の漏れ波アンテナを示す斜視図

【図11】従来の漏れ波アンテナの特性を示す図

【符号の説明】

20、30、40 誘電体漏れ波アンテナ

21 地板導体

22、22' 誘電体基板

23 金属ストリップ

24 給電部

50、60、70 漏れ波アンテナ

51 第1の金属板

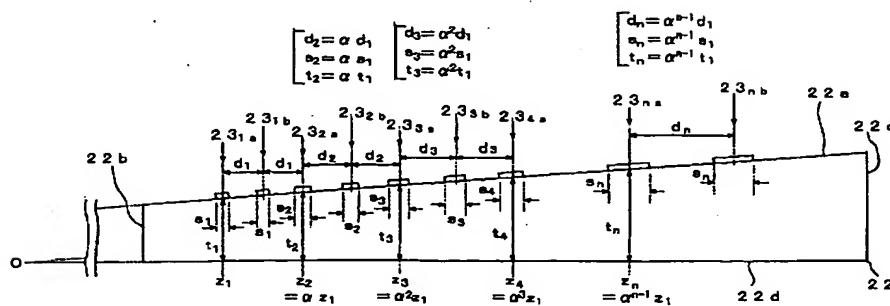
52 第2の金属板

53 スロット

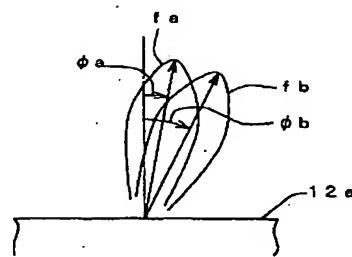
54 給電部

55 側板

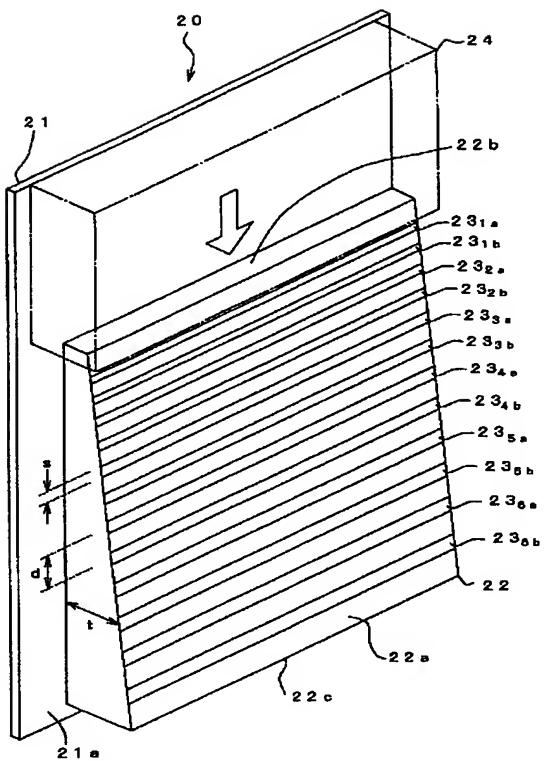
【図2】



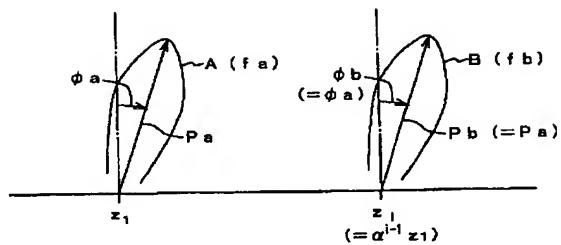
【図11】



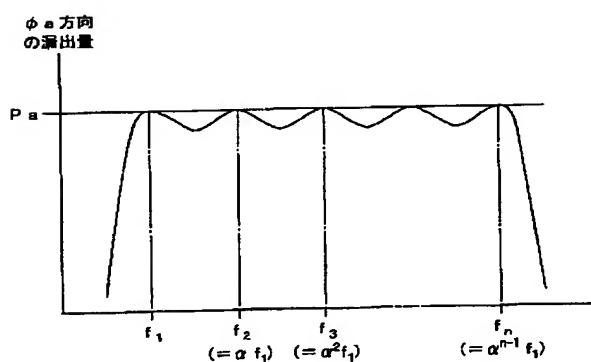
【図1】



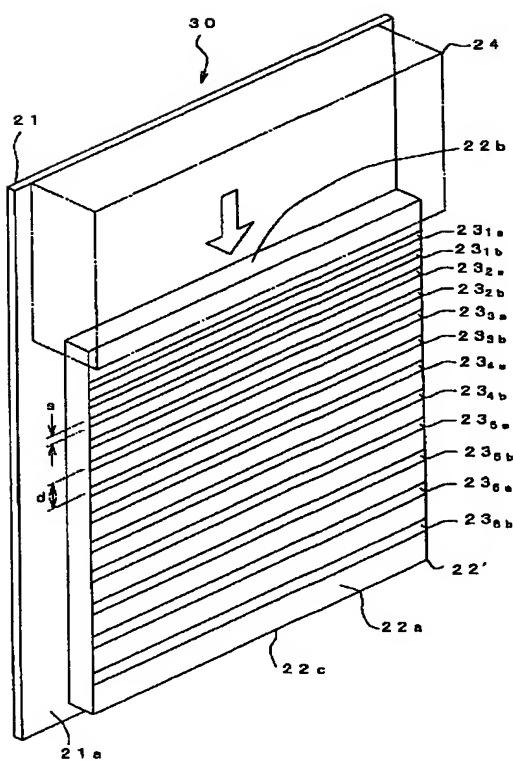
【図3】



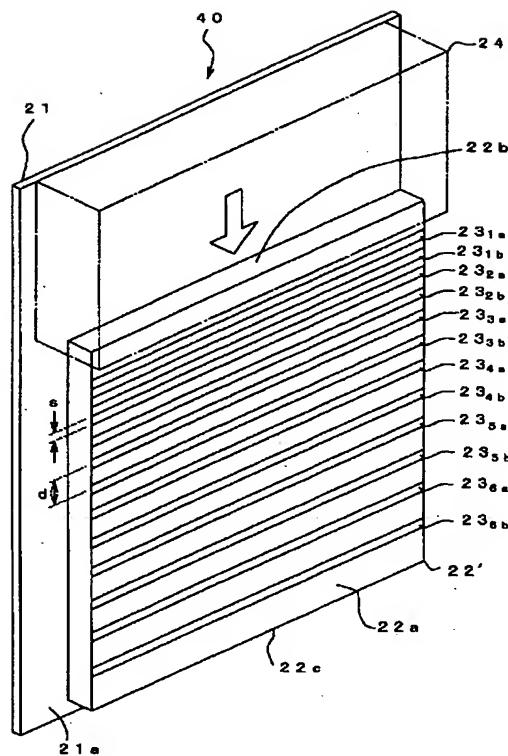
【図4】



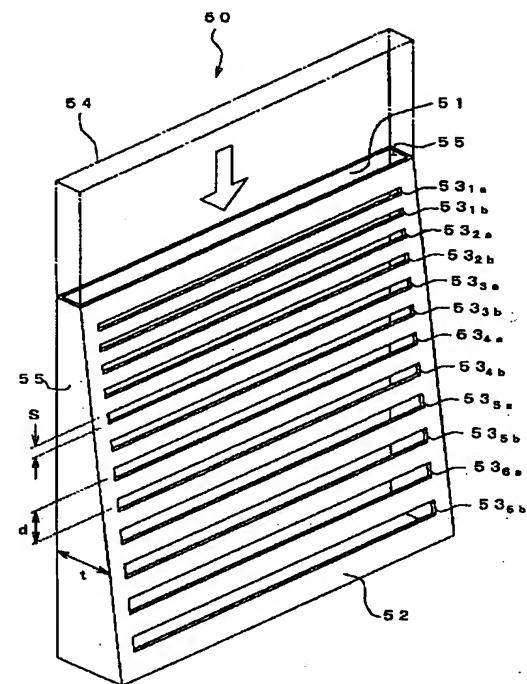
【図5】



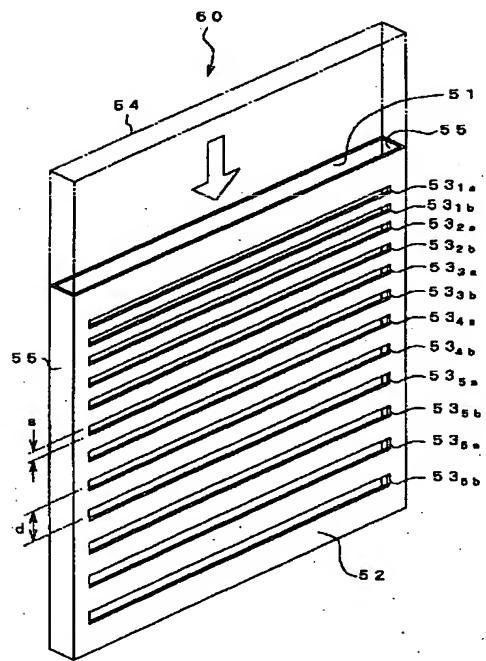
【図6】



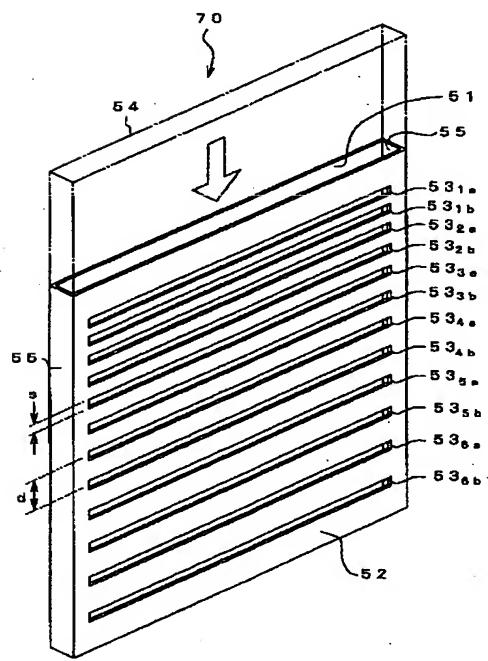
【図7】



【図8】



【図9】



【図10】

